

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-032219

(43)Date of publication of application : 04.02.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 9/00

(21)Application number : 02-137017

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 29.05.1990

(72)Inventor : TAKAKURA SHIN

IMAIZUMI MASAAKI  
UZAWA SHIGEYUKI

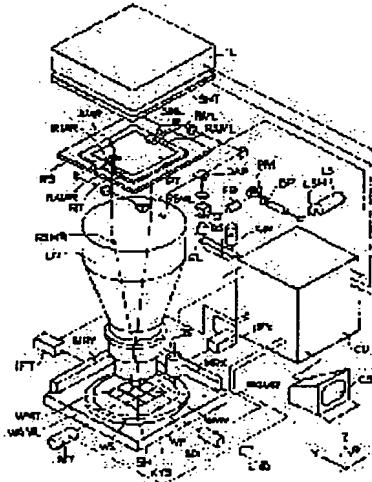
## (54) ALIGNMENT METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase a measurement accuracy by a method wherein the parameters of a mark signal to be processed are so determined as to get the best measurement accuracy of the mark signal based on the fact that the change of the parameters of the observed mark signal which is to be processed leads to a very small change in the measurement accuracy of the mark signal and then an alignment is conducted using the determined parameters.

**CONSTITUTION:** A reticle RT is carried onto a reticle stage RS by a carrier hand system to be set on the reticle stage RS and a wafer WF is carried onto a wafer stage WS by the carrier hand system to be secured on the wafer stage WS by vacuum suction.

With wafer alignment marks WAML and WAMR moved onto an XY stage, the wafer is photographed through an off-axisscope OS and is roughly aligned. Nextly, an alignment mark of a shot SH to be observed by the wafer WF is carried to a site below a projection lens according to the values measured the XY stage XYS and interferometers IFX and IFY to be held at a site where it can be observed with a camera CM. Then, the alignment mark is observed, the measurement parameters are optimized and an alignment is made by using the best set of the parameters.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁 (JP)      ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報 (A)      平4-32219

⑫ Int. Cl.<sup>5</sup>  
 H 01 L 21/027  
 G 03 F 9/00

識別記号      行内整理番号      ⑬ 公開 平成4年(1992)2月4日  
 H      7707-2H  
 2104-4M      H 01 L 21/30      3 1 1 M  
 審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

⑭ 発明の名称 位置合わせ方法

⑮ 特 願 平2-137017  
 ⑯ 出 願 平2(1990)5月29日

⑰ 発明者 高倉 伸 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社  
 小杉事業所内  
 ⑱ 発明者 今泉 昌明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
 ⑲ 発明者 鶴澤 繁行 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社  
 小杉事業所内  
 ⑳ 出願人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 ㉑ 代理人 弁理士 伊東 哲也 外1名

明細書

1. 発明の名称  
 位置合わせ方法

2. 特許請求の範囲

(1) 所望の位置に基板上の複数の領域を順にアライメントするために、前記基板上の複数の領域のマークを検出し、この検出されたマーク信号を信号処理することにより、マーク位置を精密に検出し、マーク位置に従ってアライメントする位置合わせ方法において、あらかじめ前記基板あるいは前記基板と同様の状態を有する基板のいくつかの領域のマークを、前記マーク信号の信号処理における処理パラメータを最適にフィッティングすることを目的として観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量の変化より、計測精度を最良にするように前記処理パラメータを決定し、その後に前記決定されたパ

ラメータを用いてアライメントを行うことを特徴とする位置合わせ方法。

(2) 前記マークを観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量として、前記マークの複数の部分での、各々の計測位置の、マーク設計値からの相対的なばらつきを尺度とし、そのばらつきが小さい程マーク信号の計測精度が良好であると判断することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の位置合わせ方法。

(3) 前記マークを観察し、観察されたマーク信号の前記処理パラメータを変化させることにより得られるマーク信号の計測精度に関わる特徴量として、同一位置での前記マークの繰り返し計測のばらつきの程度を尺度とし、そのばらつきが小さい程マーク信号の計測精度が良好であると判断することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の位置合わせ方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は、所望の位置に基板上の複数の領域を順にアライメント（位置合わせ）する位置合わせ方法に関し、特に、半導体製造用のステップアンドリピートタイプの露光装置において、半導体ウエハ上のショット領域に関する位置を計測し各ショットをアライメントする位置合わせ方法に関する。

## 【従来の技術】

従来、半導体製造用のステップアンドリピートタイプの露光装置、すなわちステッパーにおいて、半導体ウエハ上のショット領域に位置合わせする方法は、例えば本出願人（キヤノン株式会社）の特開昭63-232321号公報に開示されている。

この位置合わせ方法は、ウエハ上のショット領域に関する位置を計測するだけで、レチクルに関連する位置にウエハ上の全てのショット領域

## 【課題を解決するための手段および作用】

本発明は、上述の目的を達成するために、計測マークを形状の変化に対して、あらかじめ、計測マークを観察し、計測処理パラメータを変化させた時の計測精度に関する特微量としてマークの異なるいくつかの部分でのマーク位置の計測のばらつきの程度を採用し、ばらつきの程度が最も小さくなるような処理パラメータを、計測マークを最も精度良く検出するような処理パラメータと決定することにより、アライメントレウエハを焼付けなくとも処理パラメータをフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能となる。

さらに、本発明は、計測パラメータ変化させマークを観察する際に、マークを複数回計測しその計測ばらつきを、計測処理パラメータを変化させた時の計測精度に関する特微量とすることにより、アライメントレウエハを焼付けなくとも処理パラメータをフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能と

を、高精度にアライメントすることができ、極めて優れたものである。

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、半導体ウエハが種々のプロセスから生成され、その際、ウエハ下地の物質、マーク段差、感光材（レジスト）のカバーリングの変化によって各プロセスにおけるアライメントマークは種々の変化をする。従来の位置合わせ方法では、処理パラメータは固定されていた。従って上記のような、アライメントマークの変化に対して必ずしも最適のパラメータとはなっていなかつた。

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、その目的は、例えば本発明が半導体製造用のステップアンドリピートタイプの露光装置に適用された場合には、半導体ウエハ上の計測マークの位置計測の際に計測精度を更に向上させることである。

なる。

## 【実施例】

以下、本発明を図にした実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は、本発明に係わるステップアンドリピートタイプの半導体製造用露光装置の一実施例を示す。この図において、RTは半導体素子製造用のバターンPTが形成されているレチクル、WFは多数のショットSHを有する半導体ウエハ、LNはレチクルRT上のバターンPTをウエハWFの一つのショットSHに縮小投影する投影レンズ、CUはステッパー全体を制御する制御ユニット、CSは位置合わせデータや、露光データなどの必要な情報を制御ユニットCUに入力するためのコンソールである。

制御ユニットCUは、複数のコンピュータ、メモリ、画像処理装置、XYステージ制御装置などを有している。また、撮像装置CMの画像出力から、撮像しているマークの位置ズレ量、および特

微量を検出するために、第2図に示す如く、撮像装置CMからの各画素信号を量子化するA/D変換装置21、A/D変換装置21からの量子化された画素信号を所定方向に積算する積算装置22、積算装置22で積算された信号からマークの位置ズレ量を検出する位置検出装置23を有している。

この構成については後ほど詳細に説明する。

レチクルRTは、制御ユニットCUからの指令に従い、X、Y、θ方向に移動するレチクルステージRSに吸着保持されている。レチクルRTはレチクルRTを投影レンズLNに対して所定の位置関係にアライメントする際に使用されるレチクルアライメントマークRAMR・RAMLとレチクルRTとウエハWF上のショットSHの位置関係を検出する際に使用されるレチクルマークRM R・RMLを有している。

レチクルセットマークRSMR・RSMLは投影レンズLNに対して所定の位置関係となるよう、投影レンズLNの鏡筒に固定された部材上に

よって制御ユニットCUから指令された位置に移動する。

制御ユニットCUは移動終了後もレーザ干渉計IFX・IFYの出力に基づいてXYステージXYSを指定位置に保持する。

ウエハWF上には、既に前の露光工程により、多数のパターン（ショットSH）が概略X、Y方向に並んで形成されていると共に、ウエハアライメントマークWAML・WAMRが形成されている。また、各ショットSHにはウエハマークWM L・WM Rが設けられている。第1図に戻って、OSはウエハWF上のウエハアライメントマークWAML・WAMRのXY座標上の位置を検出するため、ウエハアライメントマークWAML・WAMRを撮像するオファクシススコープである。オファクシススコープOSは投影レンズLNに対して所定の位置関係を維持するように強固に固定されている。

LSは投影レンズを介してレチクルRTのパターンPTをウエハWFのショットSHに焼付ける

形成されている。投影レンズLNに対するレチクルRTのアライメントは、マークRAMRとマークRS MRの組とマークRAMLとマークRS MLの組を撮像装置CMで重ねて撮像し、この時の画像出力から検出される両者の位置ズレ量が所定の許容値内となるように、レチクルステージRSを制御ユニットCUが移動させて行われる。

ウエハWFはウエハステージWSに吸着保持されている。ウエハステージWSはXYステージXYSに対してウエハWFをZ、θ方向に移動する。

MX・MYは、XYステージXYSをX、Y方向に移動するためのモータである。

M RX・M RYは、XYステージXYSに固定されているミラーである。

IFX・IFYはレーザ干渉計である。

ウエハWFをX、Y方向に移動するためのXYステージXYSは、レーザ干渉計IFX・IFYというミラーMX・MYによってXY座標上の位置が常に監視されると共に、モータMX・MYに

際に、焼付け光でレチクルRTを照明するための照明装置である。

SHTは焼付け時の露光量を制御するためのシャッタで、これらも制御ユニットCUからの指令に従って動作する。

LSは焼付け波長と略同じ波長のレーザ光を発生するレーザ光源であり、投影レンズを介したレチクルRTのパターンPTとウエハWFのショットSHの位置ズレ量を検出するため、撮像装置CMがレチクルマークRMLとウエハマークWM Rの組で各マークを重ねて撮像する際、各マークを照明するために利用される。

レーザ光源LSからのレーザ光は、拡散板DPで拡散・平滑化された後、各マークの照明光として利用される。

LSHは、レーザ光が不要なとき、例えばXYステージXYSをステップ移動しているとき、レーザ光源LSからのレーザ光がウエハWFに到達しないようにレーザ光を遮断するためのシャッタである。

このような構成による位置ズレ量の検出は以下のようになる。なお、以下の説明では、第1図に矢印で示す正面方向に関して、右手方向を右方向、左手方向を左方向と呼ぶ。

レーザ光源LSから射出されたレーザ光は、拡散板DPによって拡散された後、ポリゴンミラーPMによって走査される。この後、fθレンズFθによって等速走査に変換され、ビームスプリッタBSを通り、ダハブリズムDAPにより左右に分割される。左方向に分割されたレーザ光は、右対物ミラーAMRによってレチクルRT上方からレチクルマークRMRを含む領域に照射される。

レチクルRTを透過したレーザ光は、縮小投影レンズLNから、ショット右側のウエハマークWMRを含む領域に照射される。ウエハマークWMRを含む領域からの反射光は、前記と逆の光路をたどって投影レンズLN、レチクルマークRNRを含む領域を経た後、ダハブリズムDAPに達する。同様にダハブリズムDAPによって右方向に分割されたレーザ光も左対物ミラーAMLからレ

て、レチクルマークRMLはRMLx・RMLyと示され、レチクルマークRMRはRMRx・RMRyと示される。第3図の左半分は、ショットSHの左側のマークWMLx・WMLyとレチクルRTの右側のマークRMLx・RMLyの像を示し、右半分はショットSHの右側のマークWMRx・WMRyとレチクルRTの左側のマークRMRx・RMRyの像を示す。

第3図でレチクルマークRMLx・RMLy・RMRx・RMRyの像が黒く見えるのは、ウエハWFからの反射光によりレチクルRTを裏面から照明し、その透過光を撮像装置CMが撮像しているためである。

撮像装置によって2次元の電気信号に変換された画像は、第2図に示すA/D変換装置21によってデジタル化、例えば2値化され、撮像面の各画素の位置に対応したxyアドレスをもつ画像メモリに格納される。画像メモリに格納された画像の内容は第4図の横方向にXアドレス(座標)、縦方向にYアドレス(座標)をふったものに相当

チクルマークRMLを含む領域に照射された後、同様の光路を通りウエハマークWMLを含む領域からの反射光がダハブリズムDAPに戻る。ダハブリズムDAPにて左右のレーザ光がそろえられた後、ビームスプリッタBSを通して、エレクタELで拡大されて、第3図に示す画像として撮像装置CMの撮像面に結像される。撮像装置に結像されるウエハマークWML・WMRの像はその撮像面で所定の倍率となるようにエレクタELなどで拡大されている。また撮像装置CMは、例えば、ITVカメラや2次元イメージセンサなどの光電変換装置であり、結像したレチクルマークRSL・RSRとウエハマークWML・WMRの像を2次元の電気信号に変換する。

第3図は撮像装置CMに結像したレチクルマークRSL・RSRとウエハマークWSL・WSRを含む領域の説明図である。この図では、以降の説明のために、先に説明したレチクルマークRML・RMRとウエハマークWML・WMRのそれぞれを更に詳細に規定している。この図において

する。

ズレ量計測は第3図の4組のマーク画像について各々独立に行われる。

即ち、レチクルマークRMLxとウエハマークWMLxの画面内位置の差から対物ミラーAMLを介した左視野X方向のズレ量D1xを、レチクルマークRMLyとウエハマークWMLyから同様に左視野Y方向のズレ量D1yを各々求めている。同様に、レチクルマークRMRxとウエハマークWMRxから対物ミラーAMRを介した右視野X方向のズレ量D2xを、同様にレチクルマークRMRyとウエハマークWMRyから右視野Y方向にズレ量D2yを各々求めている。各々のズレ量計測は、XY座標での計測値の差こそあれ、それ以外は同様であるため、以後左視野X方向の計測を例にとって説明する。

第4図(a)は第3図の左側上部の一組のマークRMLx・WMLxを表す。ショットSH内のバターンとレチクルRTのバターンPTの重ね合わせにおいて、前述の各組のマークは、正確にパ

ターンの重ね合わせが行われたときに、相対ズレ量が0になるように設計されている。即ち、第4図(a)において、レチクルマークRML<sub>x</sub>の左マーク成分の撮像面内位置をPRL、右マーク成分に撮像面内位置をPRR、ウエハマークWML<sub>x</sub>の撮像面内位置をPWMとすれば、ズレ量D<sub>1x</sub>は、

$$D_{1x} = PWM - (PRL + PRR) / 2$$

となる。

次にこの各位置PRL、PRR、PWMの算出方法について述べる。第4図(a)のW<sub>k</sub>(k=1~n)は撮像面上で設定される2次元ウインドウを表す。

第2図に示す積算装置22は、この2次元のウインドウW<sub>k</sub>の各々で、ズレ量を検出する方向(この場合はX方向)に直角な方向(この場合はY方向)にA/D変換装置21からの各画素値を積算し、1次元の積算波形S<sub>k</sub>(x)を得る。画像メモリ上の画素データ値をP(x, Y)としウインドウW<sub>k</sub>のY方向の範囲をY<sub>k1</sub>≤Y≤Y<sub>k2</sub>とする

(x)を例にとっている。マーク位置検出は、レチクルマーク位置PRL、PRRの検出処理とウエハマーク位置PWMの位置検出とに分けられている。また、その各マーク位置の検出処理は、粗位置を求める処理と精密位置を求める処理とに分けられている。

粗位置を求める処理は、ウエハマーク位置検出、レチクルマーク位置検出とも、テンプレートマッチング法を用いている。先ず、ウエハマークWML<sub>x</sub>の位置PWMの検出を説明する。積算して得られた理想波形を第5図(a)に示すS(x)とし、テンプレートを第5図(b)に示すP(x)とすると、下式で示すマッチング評価式により、任意の点x<sub>k</sub>におけるマッチング度E(x<sub>k</sub>)が得られる。

$$E(x_k) = \sum_i (S(x_{k+i}) - P(i))^2$$

$$\begin{aligned} i &: \{ i \mid -c-w/2 \leq i \leq -c+w/2 \cup -c-w/2 \\ &\quad \leq i \leq c+w/2 \} \end{aligned}$$

上式中のパラメータc, wはテンプレートの有効

範囲を意味し、cは有効範囲の中心、wは有効範囲の幅を表したものになっている。任意の点x<sub>k</sub>に対するマッチ度E(x<sub>k</sub>)の値は、第5図(c)に示すようにウエハマークWMLの粗位置にピークを持つこととなる。

マッチ度E(x<sub>k</sub>)がピークとなるx<sub>k</sub>座標値をx<sub>p</sub>、その時のピーク値をピークマッチ度E(x<sub>p</sub>)とする。実際には、半導体製造工程あるいはレジスト膜厚などの影響で、積算波形がS(x)のようになるとは限らない。このため、現実には数種類のテンプレートを用いて、同様の処理を行い、各々のマッチ度を計算して最大のものを採用するマルチテンプレート法を用いている。第5図(d)以外の代表的なテンプレートを第5図(d)から(f)に示す。精密なマーク位置検出は、採用したマッチ度関数E(x<sub>k</sub>)について、位置x<sub>p</sub>を中心とする数点の重心計算により決定している。或は、E(x<sub>k</sub>)を曲線近似し、近似曲線のピーク値から決定してもよい。

レチクルマークRML<sub>x</sub>の各マーク成分の位置

$$S_k(x) = \frac{\sum_{y=k_1}^{k_2} P(x, y)}{\sum_{y=k_1}^{k_2} 1}$$

と表される。実際には、第4図(a)に示すようにn個のウインドウW<sub>k</sub>を設定し、各々のウインドウW<sub>k</sub>に関して第4図(b)に示すような投影積算波形を得ている。撮像した画像においては、レチクルマークRML<sub>x</sub>およびウエハマークWML<sub>x</sub>のエッジ信号部分は、他の分野に比べてコントラストが急激に変化するため、積算波形S<sub>k</sub>(x)は積算方向に直角な方向(X方向)のコントラストが強調され、S/Nが高められるので、外信号部分には急峻なピークや落込みが観測される。

PRL、PRRの粗検出処理も同様なテンプレートマッチング処理である。テンプレートマッチング処理で2本のレチクルマークの中心位置を求めた後、左右各々のレチクルマーク位置を、検出した2本のレチクルマークの中心位置より、各々のレチクルマークの位置を粗く求めた後、算出された粗位置まわりに積算波形S(x)の重心計算を行う。

位置検出装置23は、このようにして各ウインドウW<sub>k</sub>ごとに第4図(b)に示すレチクルマーク位置PRL<sub>k</sub>、PRR<sub>k</sub>とウエハマーク位置PWM<sub>k</sub>を求めた後、各ウインドウW<sub>k</sub>ごとにレチクルマークRML<sub>k</sub>とウエハマークWML<sub>k</sub>の位置ズレ量D<sub>xxk</sub>の平均値を、以下の式で示すよう、レチクルマークRML<sub>k</sub>とウエハマークWML<sub>k</sub>の位置ズレ量D<sub>xxk</sub>として求める。また、同様な処理により、レチクルマークRML<sub>k</sub>とウエハマークWML<sub>k</sub>の各ウインドウW<sub>k</sub>ごとの位置ズレ量D<sub>xyk</sub>から位置ズレ量D<sub>yyk</sub>を、レチクルマークRMR<sub>k</sub>とウエハマークWMR<sub>k</sub>の各ウイン

ントに関する主な要因の1つにアライメントマークの線幅変動がある。これは、アライメントマークの転写時にマーク部分をエッティングするか、マーク以外の部分をエッティングするかによる、凸凹形状に変化、あるいはエッティングの程度、または、マークの上にカバリングされる物質の有無により変動するものである。例えば、第6図(a)はマーク部分61をエッティングし、Aと62をスパッタリングにより蒸着した場合のマーク断面であるが、この場合明らかに、レチクルより転写された線幅よりも内側にエッジが現れ、マークのエッジ位置が狭くなっていることが分かる。一方第6図(b)はマーク以外の部分をエッティングし、Aと62を蒸着した場合を示しているが、この場合には、レチクルにより転写された線幅よりも広い位置にマークのエッジが現れることがわかる。このような線幅の変化は、そのマークの形成されるプロセスによっては、大きくなる場合がある。その場合、マークのエッジ信号が出現する位置が変動し、固定したテンプレート有効幅からエッジ

ドウW<sub>k</sub>ごとの位置ズレ量D<sub>xxk</sub>から位置ズレ量D<sub>xy</sub>を、レチクルマークRMR<sub>k</sub>とウエハマークWMR<sub>k</sub>の各ウインドウW<sub>k</sub>ごとの位置ズレ量D<sub>yyk</sub>から位置ズレ量D<sub>yy</sub>を求める。

$$D_{xx} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{xxk}$$

$$D_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{xyk}$$

$$D_{yy} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{yyk}$$

$$D_{yy} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n D_{yyk}$$

次に、マーク計測のパラメータの最適化の方法について説明する。

計測のパラメータとしては、例えば、各ウインドウにおける積算幅(Y<sub>k2</sub>-Y<sub>k1</sub>)やテンプレート形状、テンプレート有効範囲(c, w)などがあるが、ここでは、精度に関して主な要因となるテンプレート有効範囲を調整している。

半導体製造の各プロセスで、変化するアライメ

ント部分が外れることによりS/Nの低下が発生する。言い替れば、S/N的に最適なパラメータは、エッジ信号部分を過不足なく捉えることであると言ってもよい。

上記S/Nの観点から最適なパラメータを設定する場合の評価尺度としては、定常ランダムノイズの影響を強く受ける、マークの異なった部分を計測した際の計測ばらつきを採用することが可能である。つまり、一般には、定常ランダムノイズの影響が大きくなるほどこれらの計測値のはらつき即ち分散は大となる傾向があるという特徴があるからである。

第7図はパラメータの最適化部分を説明する図である。第7図の撮像装置CM、A/D変換装置21、積算装置22、位置検出装置23はマーク検出部分と同様である。第7図71はパラメータセット発生装置であり、テンプレート有効範囲を意味ある範囲で変化させたパラメータの組を網羅的に発生させて位置検出装置に渡している。第7図72は特微量抽出装置であり、ここで、各ウイ

ンドウ  $W_x$  ごとの位置ズレ量  $D_{xxk}$ 、 $D_{xyk}$ 、 $D_{rxx}$ 、 $D_{ryk}$  の分散を

$$\sigma_{xx} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{xxk} - D_{xx})^2$$

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{xyk} - D_{xy})^2$$

$$\sigma_{rx} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{rxx} - D_{rx})^2$$

$$\sigma_{ry} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (D_{ryk} - D_{ry})^2$$

で求めバラメータの組とそのウインドウ間の位置ズレ量の分散値を保持する。次にバラメータ発生装置 7-1 が新しいバラメータの組を発生させ、位置検出をした後、特徴抽出装置が新しいバラメータの組と上記分散値を保持する。上記のループをバラメータ発生装置が新しいバラメータを発生し終るまで繰り返し、最終的にはこれらのバラメータに組の内で最も分散の小さい組を最適なバラメータとして出力する。

容易にわかるように、バラメータ発生装置 7-1

等高線グラフである。第 9 図 (b) の 9-1 に示すように、分散が最小を示す位置があり、その位置のバラメータの組が S/N 的には最適であることを示している。また、第 10 図 (a) は別の線幅の異なるパターンの積算波形の例を示している。第 10 図 (b) は第 9 図 (b) と同様に分散値の変化を表した等高線グラフであるが、この場合、10-1 に示すように線幅の変化により分散の極小値を示す位置が第 9 図 (b) の場合と異なっており、最適なバラメータの組が変化したことを示している。

次にこのような本実施例の位置合わせの手順を説明する。先ず、レチクル RT を不図示の搬送ハンド機構によってレチクルステージ RS 上に送り込みセッティングし、ウエハ WF を不図示の搬送ハンド機構によってウエハステージ WS 上に送り込み、真空吸着によりウエハステージ WS 上に固定する。ウエハはウエハアライメントマーク WAML と WAMR を XY ステージに移動させ、オフアクシススコープ OS を介して撮像され、粗く位置合わ

では、網羅的にバラメータを発生させずに、評価値である分散値をフィードバックすることで、いわゆる山登り探索的な手法でバラメータを発生させ極小値を求めてほぼ同様な効果が得られる。

また、ショット SH とレチクル RT の回転角θが大きく、第 8 図 (a) に示すようにウエハマーク WML がレチクルマーク RML に対して大きく傾いている場合には、ズレ量は第 8 図 (b) に示すようにウインドウ  $W_x$  の位置に依存したものになり、その分散は各ウインドウの計測値の誤差が小さい場合でも大きくなってしまう。そこでこのようにウエハマークが回転している場合は、分散の代わりにウインドウ  $W_x$  の各々の位置に対するズレ量を直線近似した際の最小自乗誤差を用いてよい。

第 9 図 (a) はウエハプロセスにおけるウエハマークの積算波形の例を示している。第 9 図 (b) は横軸にテンプレート有効範囲の中心 c をとり、縦軸にテンプレート有効範囲の幅 w を取った際のウインドウ間の計測値の分散の変化を表す

せされる。次に、ウエハ WF の観察しようとするショット SH のアライメントマークを投影レンズの下の位置に XY ステージ XYS と干渉計 IFX、IFY の計測値に従って送り込み撮像装置 CM にて観察可能な位置に保持し、アライメントマークを観察し、計測バラメータの最適化を行い、最適なバラメータの組を不図示の CU 内の記憶装置に記憶する。このように、1 つのショット SH でバラメータを最適化することも可能であるが、より最適化の精度を上げるためにウエハ内の複数のショットでバラメータの最適化を行い、その平均の値を出力し、最終的なバラメータの組としてもよい。平均化の目的はウエハ内でのマーク位置に依存した特徴量の変化を除くためであり、その意味では複数のショットは、ウエハ内全域で均等にちりばめた位置に選ぶことが望ましい。最適なバラメータの組はショットの左右のマーク WMR、WML 毎に決定しても良いし、左右の最適バラメータの平均を求めてよい。次に同一ウエハをこの最適に決定されたバラメータの組を使

用して、アライメントアライメントした位置に従ってステップアンドリピートで露光している。さらに計測したウエハと同じプロセス条件のウエハをアライメントする際には、前記C U内の記憶装置に記憶された最適なパラメータを参照することによりアライメントを行っている。

#### [第2の実施例]

第一の実施例では、アライメントマークの計測の精度を反映する特微量としてマークの異なる部分の計測値の設計位置からの相対的なばらつきを利用していた。本実施例では、アライメントマークの計測の精度を反映する特微量として、マーク位置を観察位置でサーボフィードバックしたX Yステージ X Y S で保持して、複数回計測し、その計測値のばらつきを特微量としている。X Yステージは高精度に位置決められているため、計測値のばらつきは定常ランダムなノイズの影響を受けていることが主な原因となっている。よってこの計測値のばらつきを計測の精度を反映する特微量

第3図は撮像装置の画面上に結像された各マークの状態の説明図。

第4図(a)、(b)は理想的なマークの画像図およびマーク信号の説明図。

第5図(a)～(f)はマーク信号に対するテンプレートの各別の例とテンプレートマッチ度の説明図。

第6図(a)、(b)はマーク線幅の変化の説明図。

第7図はマーク計測パラメータの最適化部分の説明図。

第8図(a)、(b)はマークが回転している場合の計測位置ズレ量の変化の状態の説明図およびズレ量のグラフ。

第9図(a)、(b)および第10図(a)、(b)はマーク線幅とウインドウ間の計測ばらつきの関係を示す説明図である。

X Y S : X Y ステージ、

W S : ウエハステージ、

として採用することが可能となっている。第一の実施例と同様に計測パラメータを変化させた時の複数回計測のばらつきの最小値を求め、その最小値を示すパラメータの組を最適なパラメータの組として決定している。これ以外の部分は第一の実施例と同様である。

#### [発明の効果]

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、アライメントマークの計測に関する計測パラメータを、計測の精度に関連した特微量を参照し最適に決定することが可能となり、それにより、ウエハの各領域をステップアンドスキャンにより高精度にアライメントできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係わるステップアンドリピートタイプの半導体製造用露光装置の一実施例の構成図。

第2図は本実施例のマーク検出部分の説明図。

WF : ウエハ、LN : 縮小投影レンズ、

RT : レチクル、SHT : シャッタ、

IL : 露光光源、

CU : コントロールユニット、

CS : コンソール、LS : レーザ光、

CM : カメラ。

特許出願人

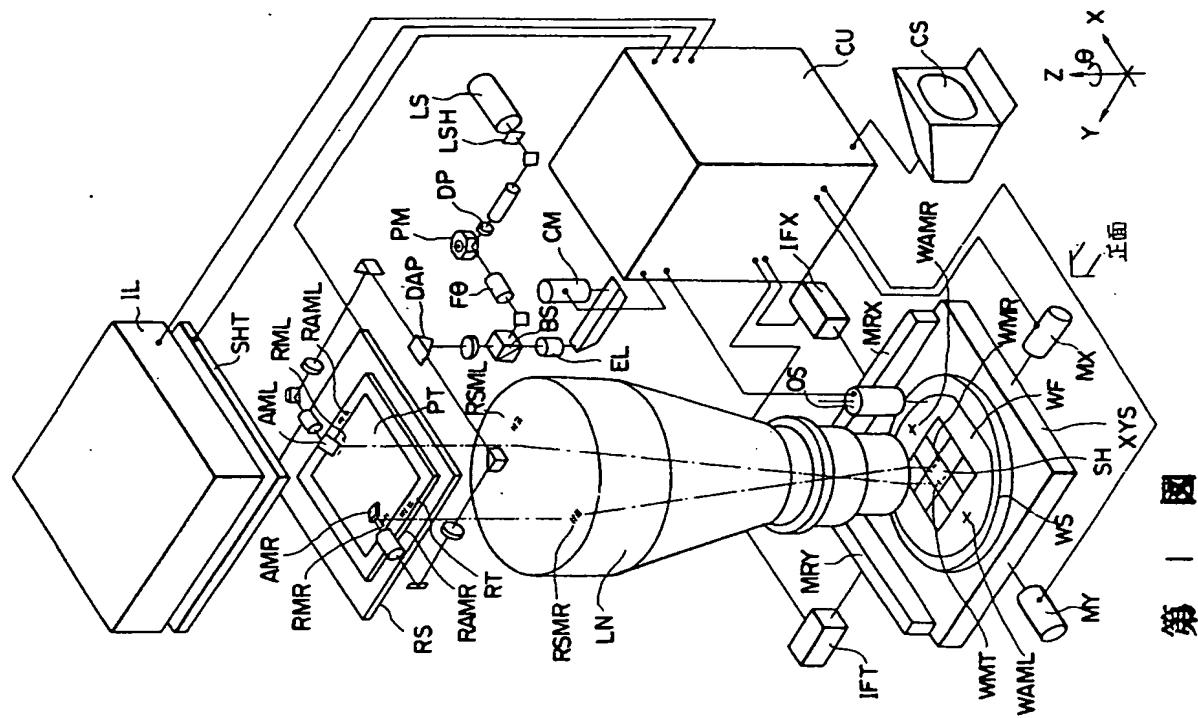
キヤノン株式会社

代理人 弁理士

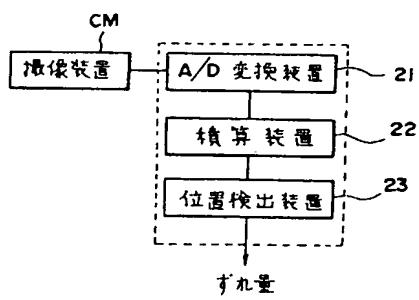
伊東哲也

代理人 弁理士

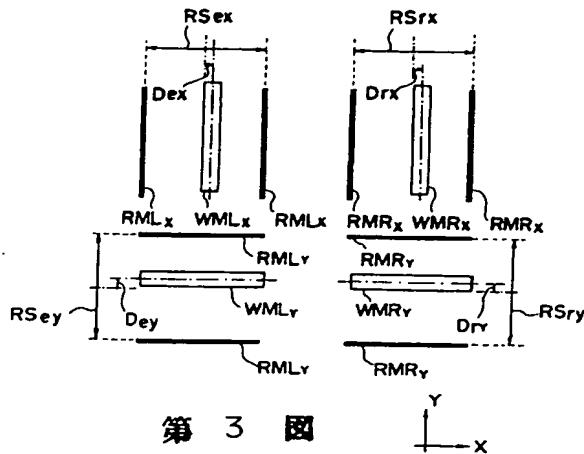
伊東辰雄



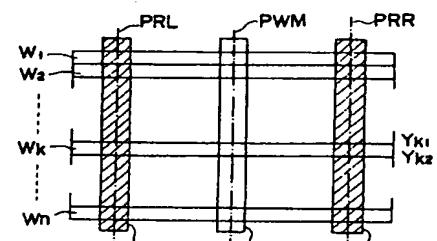
第一圖



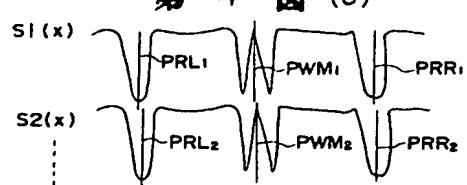
第2図



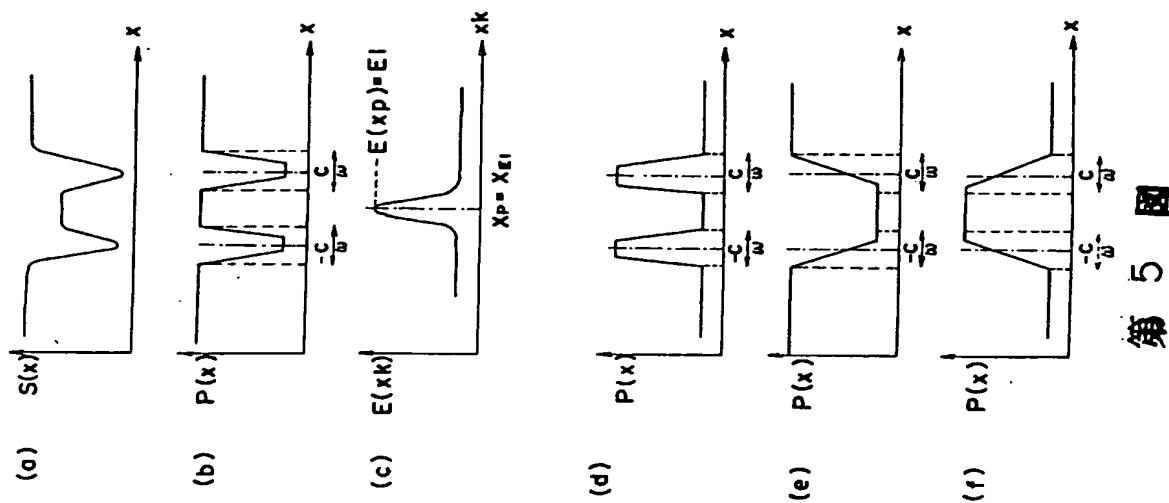
第3図



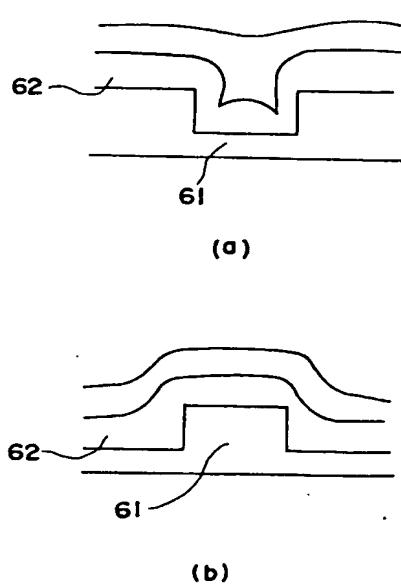
第4図(a)



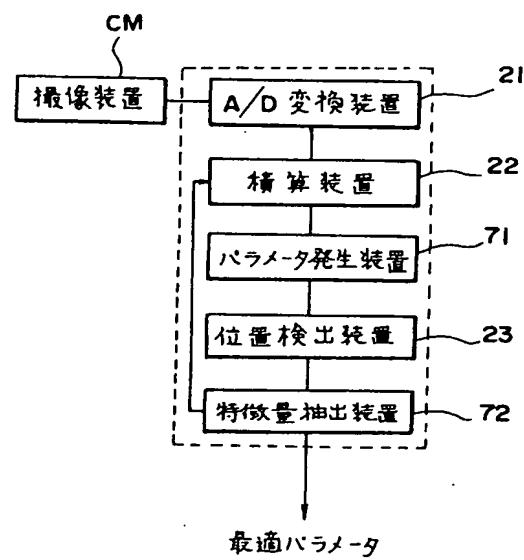
第4図(b)



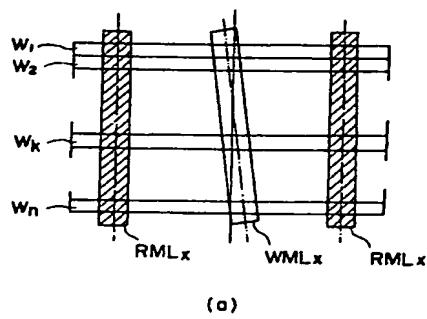
第 5 圖



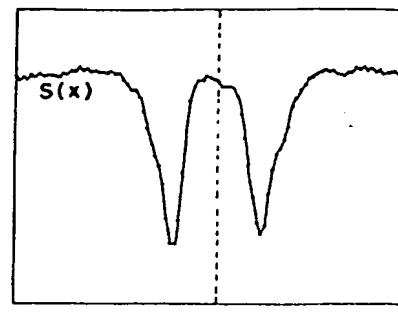
第 6 圖



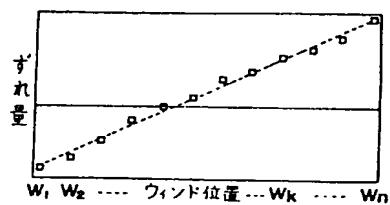
第 7 圖



(a)

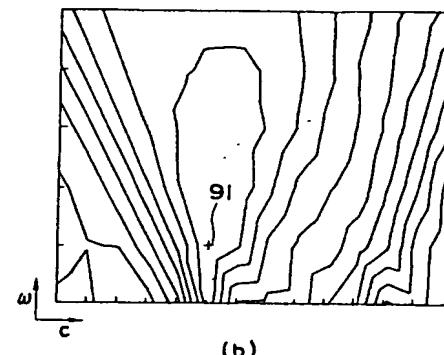


(a)



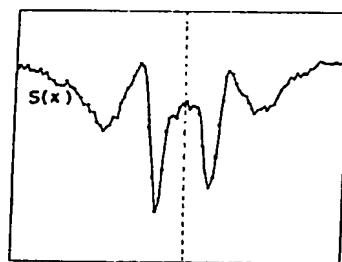
(b)

第 8 図

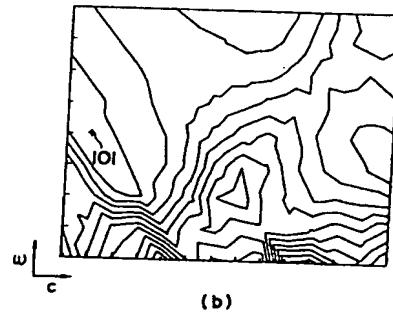


(b)

第 9 図



(a)



(b)

第 10 図